

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11 Veröffentlichungsnummer:

**0 098 481
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83106179.1

51 Int. Cl.⁸: **F 01 K 23/06, F 02 C 3/20**

22 Anmeldetag: 24.06.83

30 Priorität: 06.07.82 DE 3225140

71 Anmelder: **BROWN, BOVERI & CIE Aktiengesellschaft,
Kallstadter Strasse 1, D-6800 Mannheim 31 (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 18.01.84
Patentblatt 84/3

72 Erfinder: **Schüller, Karl-Heinz, Daimlerstrasse 5,
D-6840 Lampertheim (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH FR LI NL**

74 Vertreter: **Kempe, Wolfgang, Dr. et al, c/o Brown, Boveri
& Cie AG Postfach 351, D-6800 Mannheim 1 (DE)**

54 Verfahren zum Betreiben eines mit einer Wirbelschichtfeuerung ausgerüsteten Dampfkraftwerkes, insbesondere Heizkraftwerkes.

57 Beim Betrieb eines Dampfkraftwerkes, insbesondere Heizkraftwerkes, wird Luft verdichtet, in einem Wärmetauscher (22), der in einer Wirbelschichtfeuerung (10) angeordnet ist, erhitzt und dann einer Gasturbine (30) zugeführt, die einen Verdichter (26) antreibt. In der Gasturbine (30) wird die Luft entspannt und der Wirbelschichtfeuerung (10) als Verbrennungsluft zugeführt, während die bei der Entspannung gewonnene Überschußenergie zur Stromerzeugung an einen elektrischen Generator (38) abgegeben wird. Durch die vorbeschriebene Verfahrensweise wird der Wirkungsgrad des Kraftwerkes verbessert.

EP 0 098 481 A2

BEST AVAILABLE COPY

5

B R O W N , B O V E R I & C I E

AKTIENGESELLSCHAFT

Mannheim

2. Juli 1982

Mp.-Nr. 593/82

ZPT/P5-Wg/H1

10

15

Verfahren zum Betreiben eines mit einer Wirbelschicht-
feuerung ausgerüsteten Dampfkraftwerkes, insbesondere
Heizkraftwerkes

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines
mit einer Wirbelschichtfeuerung ausgerüsteten Dampf-
kraftwerkes, insbesondere Heizkraftwerkes, wobei Luft
verdichtet, in einem in der Wirbelschichtfeuerung ange-
ordneten Wärmetauscher erhitzt, in einer den Verdichter
antreibenden Gasturbine entspannt und als Verbrennungs-
luft für die Wirbelschichtfeuerung benutzt wird, wobei
die Rauchgase der Wirbelschichtfeuerung einem Dampfer-
zeuger zugeführt werden.

25

30

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art werden zwei
Feuerungen betrieben: einmal die Wirbelschichtfeuerung
und zum anderen die Feuerung des Dampferzeugers, so daß
der Aufwand groß ist. Der Betrieb der beiden Feuerungen
ist insoweit gekoppelt, als ein Teil der in der Gastur-
bine entspannten Luft der Wirbelschichtfeuerung zuge-
leitet, der Rest der Luft dagegen zusammen mit den

35

Rauchgasen der Wirbelschichtfeuerung der Feuerung des Dampferzeugers zugeführt wird. Änderungen des Verbrennungsluftdurchsatzes der Wirbelschichtfeuerung bleiben daher nicht ohne Einfluß auf die Dampferzeuger-Feuerung. In einem solchen Falle müssen daher Eingriffe unternommen werden, denn bei Leistungsänderungen ändert sich der Luftbedarf der Wirbelschichtfeuerung nicht in gleichem Maße wie jener der Feuerung des Dampferzeugers. Eine Abstimmung der Verbrennungsluftzufuhr auf die verschiedenen Feuerungsarten ist jedoch unerläßlich. Um einen hohen Feuerungswirkungsgrad zu erreichen, soll der Luftüberschuß der Dampfkessel-Feuerung möglichst gering sein, um die übliche Verbrennungstemperatur von 800 bis 950 Grad Celsius in der Wirbelschichtfeuerung einstellen zu können, muß der Luftüberschuß gegenüber der Dampfkessel-Feuerung sehr groß sein. Das Einstellen des Feuerungsbetriebs gemäß den vorgenannten Kriterien erfordert daher zusätzlichen Aufwand um einen guten Wirkungsgrad des Kraftwerkes zu erzielen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art zu auszugestalten, daß unter Beibehaltung eines guten Gesamtwirkungsgrades des Kraftwerkes dessen Betrieb vereinfacht ist. Darüber hinaus soll das Verfahren mit verringertem Aufwand durchführbar, an verschiedene Betriebsbedingungen leicht anpaßbar und insbesondere für Heizkraftwerke geeignet sein.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß darin, daß die gesamte in der Gasturbine entspannte Luft der Wirbelschichtfeuerung zugeführt wird, daß die Rauchgase einem unbefeuerten Abhitzeessel, der als Dampferzeuger dient, zur Wärmeabgabe zugeleitet werden und daß die bei der Entspannung der Luft anfallende Überschußenergie zur Stromerzeugung an einen elektrischen Generator abgegeben

wird.

Die Verfeuerung des Brennstoffes wird jetzt nicht mehr in zwei Feuerungen sondern lediglich in der Wirbelschichtfeuerung vorgenommen. Hierdurch ist zunächst einmal der Aufwand verringert und die Feuerungsführung vereinfacht. Dementsprechend steht die gesamte in der Gasturbine entspannte Luft als Verbrennungsluft für die Wirbelschichtfeuerung zur Verfügung, so daß sich die gewünschten hohen Luftüberschüsse leicht einstellen lassen. Gleichzeitig wird die bei der Entspannung in der Gasturbine gewonnene mechanische Überschuß-Energie einem elektrischen Generator zur Stromerzeugung zugeführt. Der Anteil dieser Stromerzeugung ist bemerkenswert, da mit steigender Luftzufuhr zur Wirbelschichtfeuerung die in der Gasturbine entspannte Luftmenge entsprechend ansteigt und somit eine ebenfalls entsprechende Menge an Überschußenergie für die Stromerzeugung bereit steht. Es ergibt sich somit in überraschender Weise eine Steigerung des Gesamtwirkungsgrades des Kraftwerkes mit steigendem Luftüberschuß bzw. Luftbedarf der Wirbelschichtfeuerung, ganz im Gegensatz zu herkömmlichen Anlagen, bei denen eine Verfeuerung des Brennstoffes unter erhöhtem Luftüberschuß stets eine Verringerung des Wirkungsgrades mit sich bringt.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung einer für die Durchführung des Verfahrens geeigneten Anlage im Zusammenhang mit der schematischen Zeichnung hervor.

Im Ausführungsbeispiel gemäß der Zeichnung ist ein Heizkraftwerk mit einer Wirbelschichtfeuerung 10 vorgesehen. Diese weist einen Feuerraum 12 auf, in dessen unterem Bereich die Wirbelschicht 14 vorgesehen ist. Zur Bildung der Wirbelschicht 14 wird Brennstoff durch eine

Fördereinrichtung 16 oberhalb eines Düsenbodens 18 zugeführt. Der Brennstoff kann mit Zusätzen wie Dolomit oder Kalkstein vermengt sein, um Schwefelanteile, die mit dem Brennstoff eingebracht werden, in der Wirbelschicht zu binden. Der im unteren Bereich der Wirbelschichtfeuerung 10 angeordnete Düsenboden 18 weist eine Vielzahl von Öffnungen auf, durch welche die Verbrennungsluft der Wirbelschicht zugeführt wird. Außerdem ist noch ein Abzug 20 für Ascheanteile vorgesehen, der vom Düsenboden 18 ausgehend nach unten in den Außenraum geführt ist.

Im Bereich der Wirbelschicht 14 ist ein Wärmetauscher 22 in Form eines Rohrbündels vorgesehen, das einerseits durch die Rohrleitung 24 mit der Druckseite des Verdichters 26 verbunden ist und andererseits durch die Rohrleitung 28 an den Einlaß der Gasturbine 30 angeschlossen ist. Hierbei ist zwischen den beiden Leitungen 24 und 28 ein absperrrbarer Bypass 32 vorgesehen. Der Ausgang der Gasturbine 30 ist über eine weitere Rohrleitung 34 mit jenem Raum 36 der Wirbelschichtfeuerung verbunden, der unterhalb des Düsenbodens 18 gebildet ist.

Die Welle des Verdichters 26 ist mit der Welle der Gasturbine 30 gekuppelt, außerdem ist noch die Welle eines elektrischen Generators 38 angekuppelt.

Der obere Bereich der Wirbelschichtfeuerung 10 ist durch eine Rauchgasleitung 40 mit eingefügtem Zyklonabscheider 42 mit dem Abhitzekessel 44 verbunden. Dieser Abhitzekessel 44 weist keine eigene Feuerung auf, er dient lediglich zur Abkühlung der von der Wirbelschichtfeuerung 10 gelieferten Rauchgase.

Der Abhitzekessel 44 wird von den Rauchgasen von oben nach unten durchströmt, die dann im abgekühlten Zustand durch eine Leitung 46 zu einem nicht dargestellten Kamin

geleitet werden. Im Abhitzekessel sind in bekannter Weise Wärmetauscher, wie z. B. für die Verdampfung von Speisewasser und Überhitzung des erzeugten Dampfes, vorgesehen und insgesamt mit dem Bezugszeichen 48 gekennzeichnet. Der Dampf wird durch die Leitung 50 vom Abhitzekessel 44 zu einer mit Anzapfungen versehenen Gegendruck-Dampfturbine 52 geleitet, die einen elektrischen Generator 54 antreibt. Eine dieser Anzapfungen ist über eine Leitung 56 an einen Kondensat-Vorwärmer 58 angeschlossen, zwei weitere Leitungen 60 und 62 verbinden weitere Anzapfungen der Dampfturbine mit dem Heizwassererwärmer 64. Dieser weist zwei wasserseitig in Serie geschaltete Wärmetauscher 66 und 68 auf, zu denen je eine der Leitungen 60, 62 führt. Ferner sind in üblicher Weise Rückführorgane für das Kondensat zum Kondensat-Vorwärmer 58 angeordnet.

Der Heizwassererwärmer 64 ist Bestandteil eines Heizkreislaufts, der eine Vorlaufleitung 70 und eine Rücklaufleitung 72 aufweist. Durch die Vorlaufleitung 70 strömt Heizwasser, das im Heizwassererwärmer 64 erhitzt wurde, zu nicht dargestellten Verbrauchern, dort wird es abgekühlt und strömt als Rücklaufwasser zur erneuten Erwärmung dem Heizwassererwärmer 64 wieder zu. Dem Heizwassererwärmer 64, der mit Anzapfdampf beheizt wird, ist eine weiterer Wärmetauscher 74 durch Rohrleitungen 76 und 78 unter Einschaltung eines Regel- und Absperrorgans 80 parallel geschaltet. Dieser Wärmetauscher 74 ist im Abhitzekessel, vorzugsweise im Bereich niedriger Rauchgastemperaturen, angeordnet und ist daher direkt von Rauchgase beheizt. Da auch der Heizwassererwärmer 64 durch ein Regel- und Absperrorgan 81 an die Rücklaufleitung 72 angeschlossen ist, kann die Verteilung des Rücklaufwassers auf den Heizwassererwärmer 64 und den Wärmetauscher 74 eingestellt werden.

Für die Inbetriebnahme der Anlage ist ferner ein in der Zeichnung nicht dargestellter Booster-Verdichter mit eigenem Antrieb vorgesehen, falls zu diesem Zweck keine gespeicherte Druckluft zur Verfügung steht.

5

Während des Betriebs der Anlage wird vom Verdichter 26 durch die Leitung 82, gegebenenfalls durch ein Filter, Luft angesaugt, verdichtet und durch die Rohrleitung 24 dem Wärmetauscher 22 zugeführt. Dort wird diese verdichtete Luft durch die Wirbelschicht 14 erhitzt und durch die Leitung 28 an die Gasturbine 30 abgegeben. In dieser wird die heiße Luft unter Leistungsabgabe entspannt und durch die Leitung 34 dem Raum 36 unterhalb des Düsenbodens 18 als Verbrennungsluft zugeleitet. Diese Luft weist hier einen Druck von ca. 1,2 bis 1,8 bar auf und strömt durch die Öffnungen des Düsenbodens zur Wirbelschicht 14, deren Verbrennung sie bewirkt. Die Rauchgase der Wirbelschichtfeuerung haben beim Austritt aus dem Feuerraum 12 eine Temperatur von ca. 750 bis 950° Celsius und werden durch die Rauchgasleitung 40 dem Abhitzekessel 44 zugeführt, in dem sie unter Wärmeabgabe an die dort angeordneten Heizflächen nach unten zur Leitung 46 strömen. Die Rauchgase sind hierbei durch den Zyklonabscheider 42 weitgehend von Staub- oder Asche-
teilchen befreit.

25

Im Abhitzekessel 44 wird in bekannter Weise Dampf erzeugt, der durch die Leitung 50 der Gegendruck-Dampfturbine 52 zugeführt wird, welche den elektrischen Generator 52 antreibt. Der Anzapfdampf dieser Dampfturbine 52 wird dem Kondensat-Vorwärmer 58 sowie durch die Leitungen 60 und 62 dem Heizwassererwärmer 64 zur Erwärmung des im Heizkreislauf zirkulierenden Wassers zugeführt. Hierbei ist es möglich, einen Teil des Heizwassers durch mehr oder weniger weites Öffnen des Regel- und Absperrorgans 80 dem Wärmetauscher 74 zuzuführen, so daß der

35

Heizkreislauf zusätzlich zur weiteren Abkühlung der Rauchgase herangezogen werden kann. Elektrische Energie wird gleichzeitig durch die beiden elektrischen Generatoren 38 und 54 an nicht dargestellte elektrische Verbraucher abgegeben, wobei durch den Generator 38 die Stromausbeute wesentlich erhöht wird.

Die Rauchgastemperatur der Wirbelschichtfeuerung 10 soll beim Verlassen des Feuerraums 12 höchstens eine Temperatur von 950° Celsius aufweisen, da sonst Schwierigkeiten mit der Entschwefelung der Rauchgase sowie bezüglich des Ascheaustrags aus der Feuerung entstehen können. Zur Einstellung dieser gegenüber üblichen Feuerungen niedrigen Feuerraumtemperatur muß der Luftüberschuß, mit welcher die Feuerung betrieben wird, stark erhöht werden, z. B. auf Werte von 1,5 bis 2,5 und darüber das heißt, daß der Feuerung eine entsprechend große Luftmenge zugeführt werden muß, durch deren Entspannung in der Gasturbine 30 viel mechanische Energie gewonnen und im Generator 38 in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Gesamtanlage arbeitet daher sogar bei einem Betrieb der Feuerung mit hohen Luftüberschüssen mit einem unverändert guten Wirkungsgrad, im Gegensatz zu üblichen Feuerungen, bei denen mit steigendem Luftüberschuß der Wirkungsgrad abfällt. Darüber hinaus ist durch den unbefeuerten Abhitzekessel 44 der Regelaufwand bzw. die Regelung der Gesamtanlage wesentlich vereinfacht. Schließlich darf nicht übersehen werden, daß durch die wahlweise Zuschaltung des Wärmetauschers 74 zum Heizkreislauf gegebenenfalls eine weitere Abkühlung des Rauchgases im Abhitzekessel möglich und somit eine weitere Wirkungsgradverbesserung gegeben ist.

5

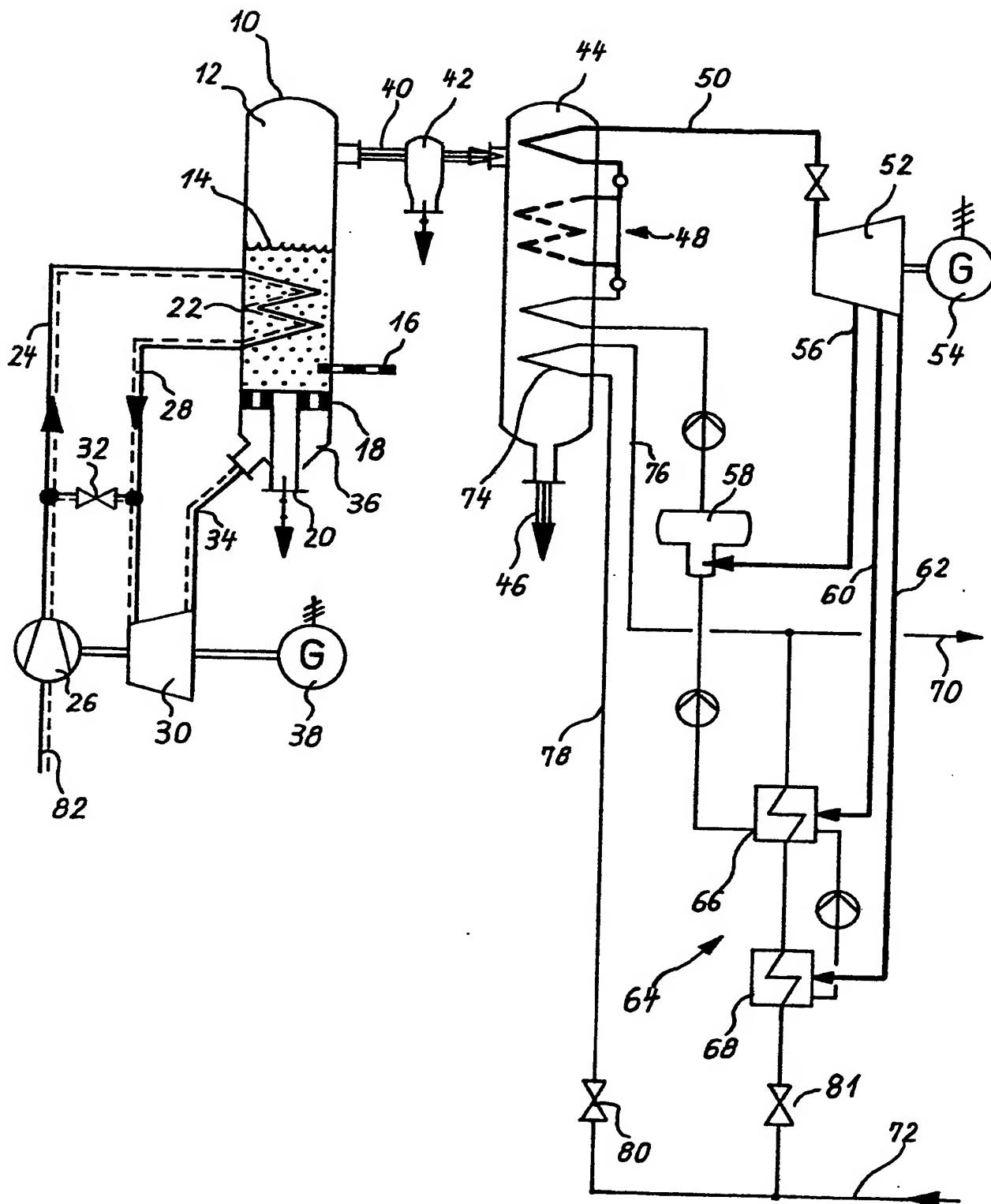
A n s p r u c h

1. Verfahren zum Betreiben eines mit einer Wirbelschichtfeuerung ausgerüsteten Dampfkraftwerkes, insbesondere Heizkraftwerkes, wobei Luft verdichtet, in einem in der Wirbelschichtfeuerung (10) angeordneten Wärmetauscher (22) erhitzt, in einer den Verdichter (26) antreibenden Gasturbine (30) entspannt und als Verbrennungsluft für die Wirbelschichtfeuerung (10) benutzt wird, wobei die Rauchgase der Wirbelschichtfeuerung einem Dampferzeuger zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte in der Gasturbine (30) entspannte Luft der Wirbelschichtfeuerung (10) zugeführt wird, daß die Rauchgase einem als Abhitzeessel (44) ausgebildeten Dampferzeuger, der keine Feuerung aufweist, zur Wärmeabgabe zugeleitet werden und daß die bei der Entspannung der Luft anfallende Überschußenergie zur Stromerzeugung an einen elektrischen Generator (38) abgegeben wird.

25

30

35



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.